

⑤Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	⑬公開 平成3年(1991)1月31日
F 03 G 7/06	A	7515-3G	
C 22 C 19/03	A	6813-4K	
F 03 G 7/06	E	7515-3G	
// B 29 C 61/06		7446-4F	
65/00		6122-4F	
審査請求 未請求 請求項の数 4 (全9頁)			

⑭発明の名称 形状記憶材の複合体

⑯特 願 平1-114280

⑰出 願 平1(1989)5月9日

⑱発 明 者 百 瀬 皓 常 岐阜県瑞浪市宮前町1-56

⑲出 願 人 百 瀬 皖 常 岐阜県瑞浪市宮前町1-56

⑳出 願 人 株式会社ウイング・ハ
イセラ 岐阜県瑞浪市宮前町1-56

㉑代 理 人 弁理士 中川 周吉

明 細 書

1. 発明の名称

形状記憶材の複合体

2. 特許請求の範囲

(1) 複数の形状記憶材を接合部材を介して連続して接合したことを特徴とした形状記憶材の複合体。

(2) 前記複数の形状記憶材を異なった形状を記憶させた形状記憶材によって構成したことを特徴とした請求項(1)記載の形状記憶材の複合体。

(3) 前記複数の形状記憶材を異なった形状回復温度を有する形状記憶材によって構成したことを特徴とした請求項(1)又は(2)記載の形状記憶材の複合体。

(4) 前記形状記憶材を形状記憶合金によって構成すると共に前記接合部材を導電性材料によって構成したことを特徴とした請求項(1)乃至(3)何れかに記載の形状記憶材の複合体。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は形状記憶材の複合体に係り、詳しくは

複数の形状記憶材を接合部材によって接合して構成した形状記憶材の複合体に関するものである。

<従来の技術>

現在、一定の温度条件のもとに所定の形状を記憶させ、これを所望の形状に変形させた後、所定温度以上に再加熱すると記憶形状を回復することが出来る形状記憶合金或いは形状記憶樹脂等(以下「記憶材」という)が開発されている。

前記記憶材に対し形状を記憶させるプロセスは次の通りである。

例えば記憶材が形状記憶合金である場合、形状記憶合金を記憶すべき形状に拘束して該形状記憶合金を300℃～600℃の範囲に加熱する。前記温度範囲に於ける形状記憶合金の金属組織はオーステナイト相(A相)であり、このとき形状記憶合金の原子が拘束形状に応じた配列状態となる。そして前記温度範囲から冷却することによって形状記憶合金の組織をマルテンサイト相(M相)に変態させ、形状記憶合金の原子配列を固定することで、所定の形状を記憶させる。

M相に於ける形状記憶合金の横弾性係数 G_a はA相に於ける横弾性係数 G_b よりも小さいため、M相状態の形状記憶合金を変形させることは容易であり、且つM相からA相への変態の際に力を発生する。

また記憶材が形状記憶樹脂である場合、該樹脂を約120℃以上の温度で成形し40℃以下の温度に冷却することによって、成形状態の分子配列を固定することで形状を記憶させることが出来る。そして冷却状態にある形状記憶樹脂を約60℃～70℃の範囲に加熱して所望の形状に変形させ、その後約60℃～80℃に加熱することで記憶形状に回復させることが出来る。

上記の如く、記憶材を形状回復温度以下の低温域で所望の或いは任意の形状に変形させても、形状回復温度以上に加熱することによって該記憶材の記憶形状を回復させることが出来る。

上記記憶材としては通常線状或いは板状の記憶材に比較的単純な形状、例えばバネ等の形状を記憶させて用いている。

て記憶形状を回復することが出来る形状記憶材の複合体を提供することにある。

<課題を解決するための手段>

上記課題を解決するための本発明に係る形状記憶材（形状記憶合金、形状記憶樹脂等、以下「記憶材」という）の複合体は、複数の記憶材を接合部材を介して連続して接合して構成されるものである。

また他の複合体は、前記記憶材の複合体を異なった形状を記憶させた複数の記憶材によって構成したものである。

また他の複合体は、前記各記憶材の複合体を異なった形状回復温度を有する複数の記憶材によって構成したものである。

更に他の複合体は、前記各記憶材の複合体に於いて、記憶材を形状記憶合金によって構成すると共に前記接合部材を導電性材料によって構成したものである。

<作用>

上記手段によれば、複数の記憶材を接合部材に

<発明が解決しようとする課題>

上記の如く、従来の技術に於いて記憶材に所定の形状を記憶させようとする場合、記憶材全体を記憶すべき形状に拘束することが必要となる。このため、記憶材の寸法（長さ、太さ等）が大きくなると該記憶材を拘束するための手段が複雑となるという問題がある。

また一材の記憶材に対する形状記憶処理を一度に行っている。即ち、一材の記憶材を記憶すべき形状に拘束すると共に、該記憶材の温度を記憶処理温度に上昇させ、その後冷却して拘束した形状を記憶させている。このため、形状回復温度以下の低温域に於いて所望の形状に変形させた記憶材を形状回復温度以上に加熱すると、該記憶材は同時に記憶形状を回復することとなる。従って、記憶材を所定の順序を維持して経時的に記憶形状を回復させ、この形状回復過程に於いて目的の仕事をさせるような動作を得ることが困難である。

本発明の目的は、容易に複雑な動作を行わせることが出来る形状記憶材及び所定の順序を維持し

よって接合して連続した複合体としたので、目的の形状が複雑であっても、該形状を比較的単純な形状に分割し、これを個々の記憶材に記憶させると共に接合部材によって接合することで、容易に複雑な形状を記憶させることが出来る。

即ち、記憶材の目的の回復形状が三次元的な複雑形状、例えばコイルバネの如きものである場合、コイルを半円形或いは1/4円形等に分割した形状を設定し、且つ記憶材を設定した形状を製作するに必要な長さに形成し、該記憶材を前記形状に拘束すると共に形状記憶温度まで加熱し、更に冷却して半円或いは1/4円の形状を記憶させた複数の記憶材を製作し、これ等を接合部材を介して接合して一本のコイルバネを構成することが出来る。

このように、記憶材全体の記憶形状が複雑であっても、この形状を比較的単純な形状に分割して個々の記憶材に記憶させることが出来るため、個々の記憶材に対する拘束手段を簡単なものとすることが可能となる。

前記複数の記憶材に異なった形状を記憶させた

場合には、複合体に三次元的に複雑な形状を容易に記憶させることが出来る。

即ち、複合体に記憶させるべき形状が三次元的に複雑なものであっても、該形状を二次元的な且つ比較的単純な複数形状に分割し、この形状を個々の記憶材に記憶させると共に接合部材を介して接合することによって、複合体に容易に複雑な形状を記憶させることが出来る。

前記複数の記憶材の形状回復温度を夫々異なった温度で設定した場合には、これ等の記憶材を接合して構成した複合体に対する加熱温度を制御することによって、該複合体の形状回復動作を順次制御することが出来る。

即ち、 n 個の記憶材を $(n-1)$ 個の接合部材によって接合した複合体に於いて、 n 個の記憶材 ($n_1, n_2 \sim n_n$) の形状回復温度を $t_1, t_2 \sim t_n$ とした場合、該複合体に対する加熱温度を $t_1 \sim t_n$ の範囲で順次制御すれば、複合体を所定の順序で形状回復させることが出来る。従って、 n 個の記憶材を接合して構成した複合体を経時的に形状回復さ

せることが可能となる。

このため、前記複合体を異なる形状回復温度を有すると共に異なる形状を記憶させた記憶材を所定の順序で接合して構成した場合、該複合体を常に一定の経路を通過して形状を回復することが出来る。また複合体に対する加熱速度を制御すること、該複合体の形状回復速度を制御することが出来る。更に、記憶形状を経時的に回復する際に外部に対し所定の仕事を行うことが出来る。

また前記記憶材として形状記憶合金を用いると共に接合部材を導電性材料によって構成した場合には、複数の記憶材を接合した複合体に通電することによって加熱することが出来る。このとき、複合体に対する加熱温度の制御は通電電圧及び通電時間を制御することによって行うことが出来る。

<実施例>

以下上記手段を適用した形状記憶材の複合体の一実施例について図を用いて説明する。

第1図(A)、(B)は複合体の説明図、第2図(A)、(B)は接合部材の説明図である。

第1図(A)に於いて、記憶材 n ($n_1 \sim n_n$) は線状に形成された形状記憶合金を用いており、これ等複数の記憶材 n を接合部材 m ($m_1 \sim m_2$) によって接合することで、記憶材の複合体Aを構成している。

また同図(B)は平板状に形成された形状記憶合金からなる複数の記憶材 o ($o_1 \sim o_3$) を接合部材 p (p_1, p_2) によって接合することで、記憶材の複合体Bを構成している。

接合部材 m は第2図(A)に示すように、内部に記憶材 n の外径と略等しい径を有する穴 a を形成したパイプ状に形成されている。前記接合部材 m の外径及び長さは特に限定されるものではない。

接合部材 p は同図(B)に示すように、ウェブ材 p_a の両端にフランジ材 p_b を有するH型状に形成されている。そして前記フランジ材 p_b の間の寸法が記憶材 o の厚さと略等しい寸法を持って構成されている。また接合部材 p の長さは、記憶材 o の幅寸法と等しい寸法を有することが好ましいが、必ずしも一致した寸法であることは必要ない。

前記記憶材 n, o としては、ニッケル-チタン (Ni-Ti) 系形状記憶合金、ニッケル-チタン-コバルト (Ni-Ti-Co) 系形状記憶合金、銅-亜鉛-アルミニウム (Cu-Zn-Al) 系形状記憶合金等の形状記憶合金を使用目的に応じて選択的に用いることが出来る。

ここで前記各形状記憶合金の性質を概略的に説明する。

Ni-Ti系形状記憶合金は形状回復温度範囲が比較的高く、約30℃～120℃の範囲に設定されており、横弾性係数も比較的高い値が得られる。

Ni-Ti-Co系形状記憶合金は形状回復温度範囲がNi-Ti系形状記憶合金よりも低く、約-30℃～30℃の範囲に設定されており、横弾性係数はNi-Ti系形状記憶合金よりも高い値が得られる。

Cu-Zn-Al系形状記憶合金は形状回復温度範囲が最も広く設定されており、約-100℃～100℃となっている。然し、横弾性係数は各形状記憶合金の中では最も低く、このため、駆動機構として用いるためには適当とはいえない。

前記各形状記憶合金は線状或いは平板状に形成することが可能である。形状記憶合金を線状に形成した場合、その断面形状は丸、多角形等種々の形状に形成することが出来る。そして形状記憶合金線の断面形状を多角形に形成した場合には、接合部材 m に形成した穴 ma の形状は丸でも良く、また線の断面形状に応じた多角形であっても良い。

前記接合部材 m 、 p としては、金属、プラスチック、セラミックス等の材料を最も適した方法、例えば押出成形、射出成形等によってパイプ状或いはH型状に成形することで、接合部材 m 、 p を形成することが出来る。

前記接合部材 m 、 p によって記憶材 n 、 o を接合するには、例えば線状に形成した記憶材 n を接合部材 m の穴 ma に圧入することで強固な接合状態を得ることが出来る。また平板状に形成した記憶材 o を接合部材 p のフランジ材 pb 間に圧入することで同様に強固な接合状態を得ることが出来る。

前記接合部材 m 、 p に対する記憶材 n 、 o の接

合は、前記圧入以外には接合部材 m 、 p に記憶材 n 、 o を嵌合後「かしめ」る方法、或いは嵌合後接着剤を用いて接着する方法等があり、何れの方法を採用しても良い。

上記の如く構成した複合体 A 、 B に於いて、各記憶材 n 、 o には複合体 A 、 B の目的に応じて同一の形状を記憶させたり、或いは異なった形状を記憶させることが出来る。

例えば第3図(A)に示すように、所定の線径を持った記憶材 n ($n_1 \sim n_n$)に所望コイル径の半径とピッチ角度とを有する半円形状を記憶させ、これ等の記憶材 n を接合部材 m ($m_1 \sim m_r$)を介して接合することで同図(B)に示すような、記憶材 n の複合体としてのコイルバネを構成することが出来る。この場合、個々の記憶材 n と接合部材 m とは確実に固着していることが必要である。

上記コイルバネは形状回復温度以下の温度域にある場合、即ち記憶材 n の組織が M 相である場合、記憶材 n の横弾性係数 G_m が比較的小さいため該コイルバネに作用する荷重に応じて変形する。そし

て変形したコイルバネを形状回復温度以上に加熱すると、記憶材 n の組織が A 相に変態し、 A 相に於ける横弾性係数 G_a が G_m よりも大きい為、コイルバネに作用する荷重に抗して初期の形状を回復し、所望の動作をし得るものである。

第1図に示す複合体 A は、第4図に示すように夫々異なる形状を記憶させた記憶材 $n_1 \sim n_n$ を接合部材 $m_1 \sim m_r$ によって接合して構成したものである。前記複合体 A を形状回復温度以下の温度域で第1図に示すように直線状に変形し、これを形状回復温度以上に加熱すると、記憶材 $n_1 \sim n_n$ が夫々同時に形状を回復して、初期形状である第5図(E)に示す形状を回復することが出来る。

このように、複数の記憶材 $n_1 \sim n_n$ に異なる形状を記憶させると共にこれ等を接合部材 $m_1 \sim m_r$ によって接合して構成した複合体では、目的の形状が三次元的に複雑なものであっても容易に形成することが出来る。

即ち、三次元的に複雑な形状であっても個々の部分に於いては、比較的簡単な二次元形状及び該

二次元形状と擬じりの合成とに分割することが可能である。従って、記憶材 $n_1 \sim n_n$ に前記二次元形状或いは二次元形状と擬じりとの合成形状を記憶させ、これ等の記憶材 $n_1 \sim n_n$ を所定の配列状態にして接合部材 $m_1 \sim m_r$ によって接合することで、所望の形状を形成することが出来る。

前記形状記憶合金の形状回復温度は、化学成分、加工率、形状記憶処理温度の相乗効果により所望の温度に設定することが出来る。

Ni-Ti系形状記憶合金ではNi含有率が54重量%である場合、形状回復温度が約90℃～100℃の範囲に設定される。従って、形状記憶処理温度を適切に管理することによって更に前記温度範囲内での形状回復温度を設定することが出来る。

即ち、記憶材の複合体 A を構成する個々の記憶材 $n_1 \sim n_n$ の材質を変更すること、例えばNi-Ti系形状記憶合金とNi-Ti-Co系形状記憶合金を混合して用いること、及び前記各形状記憶合金の合金配分を変更すること、更に形状記憶処理温度を適切に管理することで、記憶材 $n_1 \sim n_n$ の夫々の形状

回復温度を異なった温度に設定することが出来る。

前記の如く形状回復温度の異なった複数の記憶材 n を接合して構成した複合体 A にあっては、該複合体 A に対する加熱温度を制御することによって、形状回復速度及び形状回復過程を制御し得るものである。

次に、第1図(A)に示す複合体 A を、夫々異なった形状を記憶すると共に、異なった形状回復温度を有する記憶材 $n_1 \sim n_s$ によって構成した場合について説明する。

図に於いて、複合体 A を構成する記憶材 $n_1 \sim n_s$ は、形状回復温度が夫々異なる温度である $t_1 \sim t_s$ として設定されると共に、 $t_1 < t_2 < \dots < t_s$ 、 $t_s = t_0$ として設定されており、且つ夫々第4図(A)～(F)に示すような形状が記憶されている。そして前記記憶材 $n_1 \sim n_s$ は第1図(A)に示す順序に配列され、接合部材 $m_1 \sim m_s$ を介して一本の線状に接合されている。

上記の如く構成した複合体 A に対する加熱温度を制御することによって、該複合体 A を第5図(A)

～(E)に示す順序に動作させることが出来る。

即ち、形状回復温度以下 (t_1 以下) の温度域で第1図(A)に示すように直線状に変形させた複合体 A を t_1 以上 t_2 以下の温度に加熱すると、先ず第4図(C)に示すように略直角状の形状を記憶させた記憶材 n_1 が形状を回復し、複合体 A は第5図(A)に示すように記憶材 n_1 を関節として略90度の曲がりを生ずる。このとき、他の記憶材 $n_2 \sim n_s$ は形状回復温度に達しないため、記憶形状を回復すること無く第1図(A)に示す変形状態を維持している。

次に複合体 A の温度を t_2 以上 t_3 以下の温度に加熱すると、第4図(D)に示すように緩やかな曲線状の形状を記憶させた記憶材 n_2 が記憶形状を回復し、複合体 A は第5図(B)に示すように変形する。

次いで複合体 A の温度を t_3 以上 t_4 以下の温度に加熱すると、第4図(E)に示すように中心角約120度の弧状の形状を記憶させた記憶材 n_3 が記憶形状を回復し、複合体 A は第5図(C)に示すように変形する。

更に、複合体 A の温度を t_4 以上 t_5 以下の温度に加熱すると、第4図(F)に示すように中心角約180度の弧状の形状を記憶させた記憶材 n_4 が記憶形状を回復し、複合体 A は第5図(D)に示すように変形する。このとき、記憶材 n_3 、 n_4 の記憶形状である弧状の中心位置にピン或いは缶等があれば、記憶材 n_3 、 n_4 によってピン等を把持することが出来る。

更に、複合体 A の温度が t_5 以上に上昇すると、第4図(A)、(B)に示すように略直角状の形状を対向して記憶させた記憶材 n_1 、 n_2 が同時に記憶形状を回復し、複合体 A は第5図(E)に示すように該複合体 A を上方に移動させる方向に変形する。このとき、記憶材 n_3 、 n_4 によってピン等を把持している場合には、該ピン等を載置面から上方に持ち上げることが出来る。

上記の如く複合体 A を異なった形状回復温度を有する複数の記憶材 n によって構成する場合、複合体 A に対する加熱は、雰囲気温度を制御することで行うことが可能であり、また図示しない P C

Tサーミスタ或いはスベチア素子等の加熱手段を複合体 A に沿わせて配置することで行うことが可能である。そして前記加熱手段によって複合体 A に対する加熱を制御することで、該複合体 A の形状を回復させると共に、形状回復速度等を制御することが出来る。

前述の各実施例に於いて、記憶材 n として主に形状記憶合金を用いて説明したが、例えばポリノルボルネン、スチレン・ブタジエン共重合体、ポリウレタン等の形状記憶樹脂を用いても同様にして複合体 A、B を構成することが出来る。但し、前記各形状記憶樹脂を用いた複合体 A、B を駆動機構として用いる場合には、バイアスバネ等が必要となる。

前記 Ni-Ti、Ni-Ti-Co 系形状記憶合金は通電によって発熱させることが可能である。

第6図は第1図(A)に示す複合体 A に通電して該複合体 A の温度を制御するための模式説明図である。

図に於いて、複合体 A を構成する記憶材 n の両

端に位置する記憶材 n_1 及び記憶材 n_n に、電源制御装置10によって制御される電源11からの電線12が接続されている。

また接合部材 $m_1 \sim m_n$ は、例えばアルミニウム、真鍮、鉄系合金、或いは導電性セラミックス等の導電性を有する材料によって構成されている。

従って、複合体Aの両端に電源11からの電圧を印加すると、複合体Aには電圧に応じた電流Iが流れ、該電流に応じて個々の記憶材 $n_1 \sim n_n$ が発熱する。このときの記憶材nの抵抗値をR ($R_1 \sim R_n$)とすると、各記憶材 $n_1 \sim n_n$ での発熱量Jは、 $J = I^2 \cdot R$ となり、各記憶材 $n_1 \sim n_n$ は印加された電圧に比例して発熱する。即ち、電源制御装置10によって電源11の電圧を制御することで、複合体Aの温度を制御することが出来る。

上記の如く、複合体Aに通電すると共に通電電圧或いは通電時間を制御して該複合体Aの温度を制御することによって、複合体Aを個々の記憶材 $n_1 \sim n_n$ の形状回復温度の順序に従って形状回復させると共に、形状回復速度を容易に制御すること

出来る。

また前記記憶材として形状記憶合金を用いると共に接合部材を導電性材料によって構成した場合には、複数の記憶材を接合した複合体に通電することによって加熱することが出来る。このとき、加熱温度の制御は通電電圧を制御することによって行うことが出来るため、複合体の形状回復速度等を容易に制御することが出来る等の特徴を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図(A)、(B)は複合体の説明図、第2図(A)、(B)は接合部材の説明図、第3図(A)は記憶材に記憶させる形状の説明図、第3図(B)は複合体によって構成したコイルパネの説明図、第4図(A)～(F)は個々の記憶材に記憶させる形状の説明図、第5図(A)～(E)は複合体の動作説明図、第6図は複合体に電圧を印加する装置の模式説明図である。

A、Bは複合体、n、 $n_1 \sim n_n$ 、 o 、 $o_1 \sim o_n$ は記憶材、m、 $m_1 \sim m_n$ 、p、 $p_1 \sim p_n$ は接合部材、

が出来る。

<発明の効果>

以上詳細に説明したように、本発明に係る記憶材の複合体は、複数の記憶材を接合部材を介して接合して連続した複合体としたので、目的の形状が複雑であっても、個々の記憶材に記憶させるべき形状を単純化し、該形状を容易に構成することが出来る。従って、個々の記憶材に対する拘束手段を簡単なものとすることが出来る。

前記複数の記憶材に異なった形状を記憶させた場合には、個々の記憶材に単純な形状を記憶させることで、複合体に三次元的に複雑な形状を容易に記憶させることが出来る。

前記複数の記憶材の形状回復温度を夫々異なった温度で設定した場合には、これ等の記憶材を接合して構成した複合体に対する加熱温度を制御することによって、該複合体の形状回復動作を順次制御することが出来る。またこの場合には、複合体が経時的に形状を回復する過程に於いて、形状回復過程に応じた仕事を外部に取り出すことが出

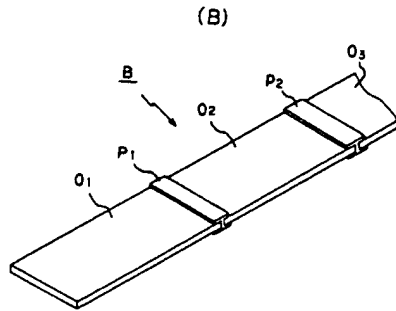
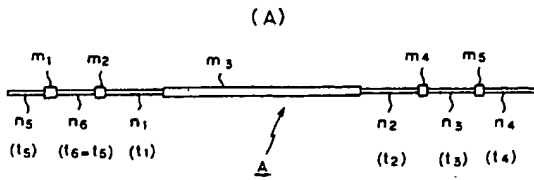
10は電源制御装置、11は電源、12は電線である。

特許出願人 百 瀬 皓 常

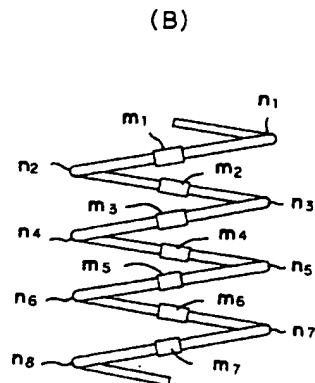
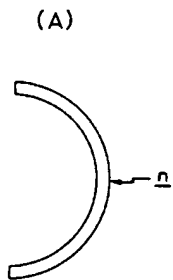
特許出願人 株式会社 ウイング・ハイセラ

代 理 人 弁 理 士 中 川 周 吉

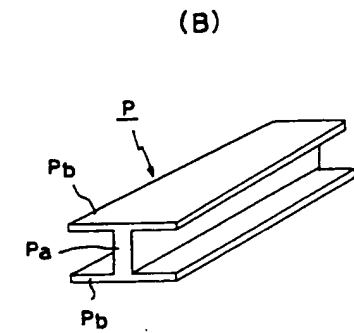
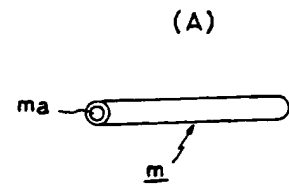
第1図



第3図



第2図



第4図

(A)



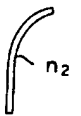
(B)



(C)



(D)



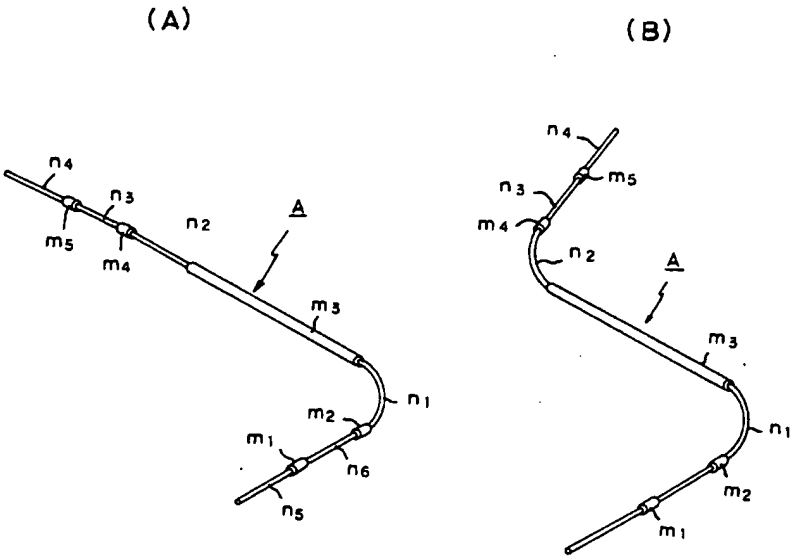
(E)



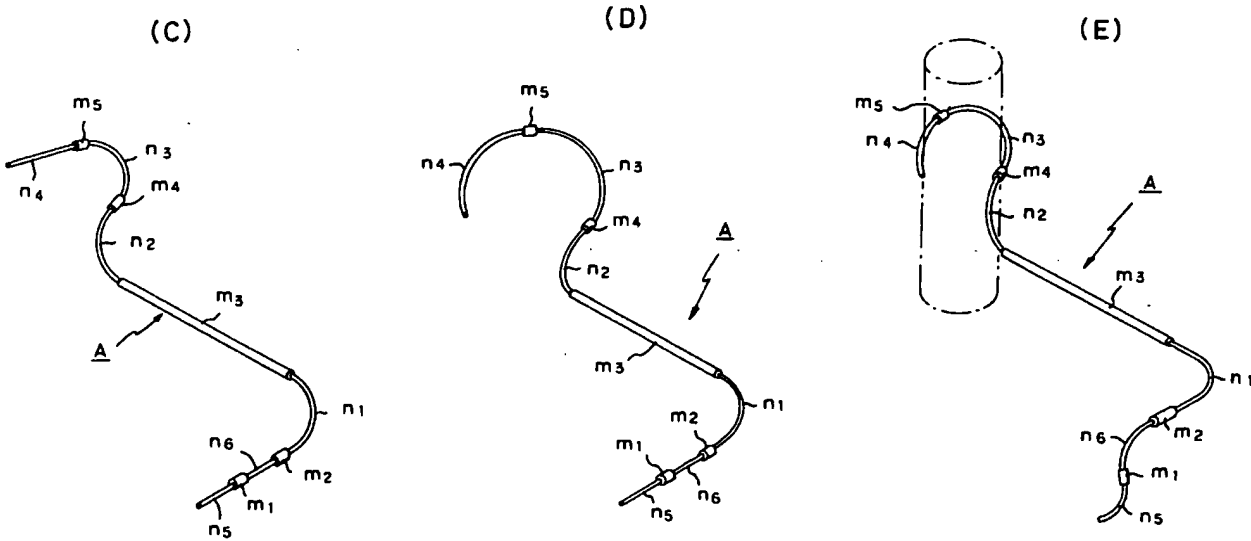
(F)



第 5 図



第 5 図



第6図

